

**BEST AVAILABLE COPY**

## (57)要約

第1基板に形成された薄形部12の表面11b側にCCD部14が設けられている。CCD部14では、第1セル15<sub>1~n</sub>が、薄形部12の伸びる方向にアレイ状に配設されている。第2基板21にはInGaAsフォトダイオード部22が設けられており、InGaAsフォトダイオード部22では、第2セル23<sub>1~n</sub>が、第1セル15と同等のピッチを有して第1セル15<sub>1~n</sub>と同方向にアレイ状に配設されている。第1基板11と第2基板21とは、平面視で、CCD部14の第1光電変換領域15の一部が、InGaAsフォトダイオード部22の第2光電変換領域23の一部と対応して重なり合うように、第1基板11の表面11bと第2基板21の第2入射面21aとを対向させて重ね合わされている。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明細書

### 半導体装置

#### 技術分野

本発明は撮像素子を備えた半導体装置に関するものである。

#### 5 背景技術

広波長範囲の光検出は、分光分析装置や所定波長域の光の吸収に基づく材料の分析、異物検出装置等で広く行われている。

例えば、特開平 9 - 3 0 4 1 8 2 号公報には 2 段構造の半導体装置が示されている。図 1 0 は、かかる従来の装置を示すシステム構成図であり、本装置は各チャンネル 1 0 5 を通過した米粒の色彩を検出する。符号 1 2 7 で示されるものを被写体とすると、この被写体 1 2 7 の像は集光レンズ 1 1 9 によって集光され、2 段構造の半導体撮像素子 1 2 2 A、1 2 3 A からなる半導体装置に入射する。すなわち、同公報内には、集光レンズ 1 1 9 のもとで、可視光域に高い感度を有する第 1 受光素子 (S i フォトダイオード) 1 2 2 A と、第 2 受光素子 (I n G a A s アレイセンサ) 1 2 3 A とが重ね合わされて配設された 2 段構造の半導体装置が開示されている。

#### 15 発明の開示

上述した 2 段構造の半導体装置においては、異なる半導体材料を用いた 2 つの撮像素子を組み合わせることにより、異なる波長域の光を検出することができるものである。しかしながら、上記半導体装置においては、第 1 及び第 2 撮像素子のいずれか一方にしか被写体像を結像させることができず良好な撮像を行うことができない。本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、異なる半導体材料を用いた 2 つの撮像素子を組み合せた場合においても良好な撮像を行うことができる半導体装置を提供することを目的とする。

25 本発明は、裏面照射型の第 1 半導体撮像素子を、該第 1 半導体撮像素子とは別の半導体材料からなる第 2 半導体撮像素子に、第 1 及び第 2 半導体撮像素子それ

5      それの光感応領域（光吸収層）が近接するように重ねて配置したことを特徴とする。裏面照射型の半導体撮像素子は、光感応領域が、光入射面とは反対側に位置しているので、第 1 及び第 2 半導体撮像素子を重ねることにより、それぞれの半導体撮像素子の光感応領域を近接させることができ、したがって、被写体像の結像位置が近接するので、像のボケを最小限に抑えて良好な撮像を行うことができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は本発明による半導体装置の第 1 実施形態を示す外観斜視図である。

図 2 は本発明による半導体装置の第 1 実施形態を示す上面図である。

0      図 3 は図 2 の III-III' 線に沿った断面図である。

図 4 は図 2 の IV-IV' 線に沿った断面図である。

図 5 は本発明による半導体装置の第 1 実施形態に含まれる、第 1 基板の外観斜視図である。

15      図 6 は本発明による半導体装置の第 1 実施形態に含まれる、第 2 基板の外観斜視図である。

図 7 は本発明による半導体装置の第 2 実施形態を示す外観斜視図である。

図 8 は本発明による半導体装置の第 2 実施形態を示す、半導体装置長手方向に沿った縦断面図である。

図 9 は図 8 の IX-IX' 線に沿った断面図である。

0      図 10 は従来装置を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付しており、重複する説明は省略する。

##### （第 1 実施形態）

25      図 1 は第 1 実施形態に係る半導体装置の外観斜視図であり、図 2 は半導体装置の上面図、図 3 は図 2 の III-III' 線に沿って切った半導体装置の断面図、図 4

は図2のIV-IV'線に沿って切った半導体装置の断面図である。第1実施形態においては、所定方向に波長分布のある光の波長による強度分布を測定する測定装置（分光分析装置）に半導体装置を適用した例を示している。

本実施形態の半導体装置は、裏面照射型の第1半導体撮像素子10を、第1半導体撮像素子10とは別の半導体材料からなる第2半導体撮像素子20に、第1及び第2半導体撮像素子10、20それぞれの光感応領域（光吸収層）12、22が近接するように重ねて配置したことを特徴とする。裏面照射型の半導体撮像素子は、光感応領域が、光入射面とは反対側に位置しているので、第1及び第2半導体撮像素子を重ねることにより、それぞれの半導体撮像素子の光感応領域を近接させることができ、したがって、被写体像の結像位置が近接するので、像のボケを最小限に抑えて良好な撮像を行うことができる。また、撮像素子10、20としては、1次元又は2次元撮像素子を利用することができる。以下、詳説する。

半導体装置1は、主として第1受光素子（第1半導体撮像素子）10、第2受光素子（第2半導体撮像素子）20及び冷却器30により構成されている。半導体装置1は、分光器又はプリズム等からなる分光手段（図示せず）により分光され、所定方向（第1基板11の平面視長軸方向）に波長分布を有する光が、結像レンズ等の1つの光学系（図示せず）によって第1受光素子（第1半導体撮像素子）10上に入射（図1における矢印方向から入射）するように配設されている。

第1受光素子10は平面視で略長形状の第1基板11を有しており、この第1基板11はP型Si基板にて構成されている。第1基板11には、第1基板11の平面視短軸方向の中央位置に、平面視長軸方向に伸びる薄形部12が形成されている。薄形部12の厚さは、10～30 $\mu$ m程度に設定されている。薄形部12の両側に位置する端部13a、13bは、第1基板11の機械的強度を確保するために、厚さが約300 $\mu$ mに設定されている。第1基板11の第1入射面11aに対する表面11bは、略平面状に形成されている。なお、端部13a、

13bはなくても光検出機能は動作する。

第1基板11の第1光入射面（裏面とする）11aには、保護膜としてのSi酸化膜11a'が例えば厚さ0.1μm程度に形成され、また、薄形部12の第1入射面11a側部分には、アキュムレーション層11aa（ポテンシャルスロープを形成）としてのP<sup>+</sup>高濃度層が形成されている。P<sup>+</sup>高濃度層は、例えば厚さ0.2μm程度に形成され、第1入射面11aに近い部位で光電変換されて生じた電荷を電荷転送のためのポテンシャル井戸へ容易に拡散させる機能を有している。第1光電変換部を構成する薄形部（光感応領域：光吸収層）12におけるSi（第1半導体）は、0.12~1.1μmの波長範囲で吸収特性（感度特性）を有している。薄形部12は、厚さが約300μmのP型Si基板を、第1入射面11a側から270~290μm程度の深さでエッチングすることにより形成（端部13a, 13bはエッチングが行われないうことにより形成）することも可能であるが、これに限られるものではない。

図5にも示されるように、薄形部12の第1入射面11aに対向する表面11b側の一部には電荷転送電極及びその深部に位置する半導体材料を含むCCD部14が形成されており、このCCD部14では、第1電荷読み出し部を構成する第1セル15<sub>1~n</sub>が、第1基板11の平面視長軸方向の一方の端部近傍位置から薄形部12の伸びる方向（第1基板11の平面視長軸方向）にアレイ状に、例えば256列配設されている。第1基板11の平面視長軸方向の他方の端部側は、CCD部14の非形成領域とされている。また、CCD部14には、第1セル15<sub>1~n</sub>を挟んで第1電荷転送部としての第1シフトレジスタ16と、第2電荷転送部としての第2シフトレジスタ17とが設けられている。第1シフトレジスタ16は、各第1セル15<sub>1~n</sub>を順次走査して、第1セル1<sub>1~n</sub>5から読み出された電荷を転送し、この電荷に対応する信号を出力信号として電極部（図示せず）から出力するよう構成されている。

第2受光素子20は略長方体状に形成された第2基板21を有しており、第2

基板 2 1 の平面視長軸方向の長さは、第 1 基板 1 1 の平面視長軸方向の長さより短く設定されている。図 6 にも示されるように、第 2 基板 2 1 の第 2 入射面 2 1 a 側には InGaAs フォトダイオード部 2 2 が形成されており、この InGaAs フォトダイオード部 2 2 には、第 2 光電変換部及び第 2 電荷読み出し部を構成する第 2 セル 2 3<sub>1~n</sub> が、第 2 基板 2 1 の平面視長軸方向にアレイ状に第 1 セル 1 5<sub>1~n</sub> と同等のピッチを有して、例えば 2 5 6 列配設されている。第 2 光電変換部を構成する InGaAs (第 2 半導体) は、0.7~1.7 μm の波長範囲で吸収特性 (感度特性) を有しており、Si (第 1 半導体) の吸収特性 (感度特性) 範囲の 0.12~1.1 μm より長波長側となっている。詳細には、InGaAs (第 2 半導体) は、Si (第 1 半導体) の吸収特性 (感度特性) 範囲の 0.12~1.1 μm より長波長側となるように、Si (第 1 半導体) の禁止帯幅 (1.21 eV) より小さい禁止帯幅を有する必要がある。InGaAs (第 2 半導体) の禁止帯幅を Si (第 1 半導体) の禁止帯幅より小さくするためには、In と Ga との比率を調整する必要がある。In<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As において、0 < x < 0.86 に設定される。

第 1 基板 1 1 と第 2 基板 2 1 とは、図 2 又は図 3 に示されるように、平面視で、CCD 部 1 4 の第 1 光電変換領域 1 5 の一部が、InGaAs フォトダイオード部 2 2 の第 2 光電変換領域 2 3 の一部と対応して重なり合うように、第 2 基板 2 1 を第 1 基板 1 1 の他方の端部側 (CCD 部 1 4 の非形成領域側) に位置させた状態で、第 1 基板 1 1 (薄形部 1 2) の表面 1 1 b と第 2 基板 2 1 の第 2 入射面 2 1 a とを対向させて重ね合わされている。第 1 基板 1 1 と第 2 基板 2 1 との間には高さ約 50 μm のバンプ 2 4, 2 5 が設けられており、第 1 基板 1 1 (薄形部 1 2) の表面 (第 2 基板に対向する面) と第 2 基板 2 1 の第 2 光入射面 2 1 a との間隔が約 50 μm に管理された状態で、第 1 基板 1 1 (薄形部 1 2) の表面 1 1 b と第 2 基板 2 1 の第 2 入射面 2 1 a とが近接されて配設されている。なお、バンプ 2 4, 2 5 を介した状態での接続は、バンプボンディングと呼ばれている。

バンプ24, 25は、第1基板11と第2基板21とを重ね合わせる際に、CCD部14の第1光電変換領域15の一部が、InGaAsフォトダイオード部22の第2光電変換領域23の一部と対応して重なり合うように、位置合わせのためのマーカーとしても機能している。

- 5       バンプ24は、導電性を有するバンプ（少なくとも3つ以上）であり、第2セル23は、第2セル $23_1 \sim n$ と電氣的に接続された電極パッド部26及びバンプ24を介して第2シフトレジスタ17に接続されている。第2シフトレジスタ17は、各第2セル23を順次走査して、第2セル $23_1 \sim n$ から読み出された電荷を転送し、この電荷に対応する信号を出力信号として電極部（図示せず）から出力するよう構成されている。すなわち、第1半導体撮像素子10は第1半導体撮像素子10上に形成されたシフトレジスタ17を備えており、シフトレジスタ17はバンプ24を介して第2半導体撮像素子20に電氣的に接続されており、シフトレジスタ17を駆動することにより第2半導体撮像素子20からの信号を読み出している。

- 15       バンプ25は、非導電性のバンプ（ダミーバンプ）である。バンプ25としては、必ずしも非導電性のバンプ（ダミーバンプ）を用いる必要はなく、導電性を有するバンプを用いてもよい。導電性を有するバンプを用いる場合には、このバンプに対して電極パッド部を形成しない、バンプに対応する電極パッド部に配線を接続しない等、バンプを介して第2基板21側と第1基板11側とが電氣的に接続されないように構成する必要がある。

第1基板11と第2基板21との間には、InGaAsの吸収特性（感度特性）範囲である $0.7 \sim 1.7 \mu\text{m}$ の波長域に関して光学的に透明な絶縁性樹脂27、例えばシリコン樹脂が充填されて、硬化されている。

- 25       第1基板11と第2基板21とで形成される空間には、略直方体状に形成された第3基板28が設けられている。第3基板28は、第2基板21の側方、且つ、第1基板11の一方の端部側（CCD部14の形成領域側）に位置させた状態で、



第1基板11（薄形部12）の表面11bと第3基板28とを対向させて重ね合わされている。第3基板28は、第2基板21と同等の熱伝導率、及び、高さを有している。第1基板11と第3基板28とは、第2基板21の場合と同様に、バンプボンディングされており、第1基板11と第3基板28との間には高さ約50 $\mu$ mのバンプ25が設けられている。従って、バンプ25により、第1基板11（薄形部12）の表面11bと第3基板28の表面28aとの間隔が約50 $\mu$ mに管理された状態で、第1基板11（薄形部12）の表面11bと第3基板28の表面28aとが近接されて配設されている。第3基板28は、第2半導体から形成することができる。すなわち、第1及び第2半導体撮像素子10、20は、その一部分のみが重なっており、第1半導体撮像素子10における第2半導体撮像素子20と重なっていない領域には、第2半導体撮像素子20と同一の材料を含む基板（第3基板28）が当接している。

第2基板21及び第3基板28の第1基板11に対向する面21a、28aに対して面21b、28b側は、略平面状に形成されており、この裏面には冷却器30が当接されている。冷却器30は、ヘルチェ素子32と、第2基板21及び第3基板28に当接し、A1等からなる熱伝導性の優れた部材31とを有しており、ヘルチェ素子32の吸熱部が熱伝導性の優れた部材31に当接されて設けられている。吸熱部と反対側に位置するヘルチェ素子32の発熱部がヘルチェ素子32に電源を供給するための電源供給部（図示せず）に接続されている。

上述したように構成された半導体装置1によれば、半導体装置1に入射した光のうち第1受光素子10のSi（第1半導体）の吸収特性範囲である0.12～1.1 $\mu$ mの光はSi（第1半導体）に吸収されて、電荷に変換される。Si（第1半導体）内で変換された電荷は、CCD部14において、第1セル15<sub>1～n</sub>から読み出され、第1シフトレジスタ16により転送されて、電極部（図示せず）から出力信号として出力される。半導体装置1に入射した光がSi（第1半導体）に吸収されて、電荷に変換される際に、第1基板11（P型Si基板）に薄形部

12が形成されているため、第1入射面11a近傍で、光電変換されて生じた電子が、CCD部14（各第1セル15<sub>1~n</sub>）により形成されているポテンシャル井戸に拡散するまでに再結合によって消滅しないようにし、また、光電変換する薄形部12の第1入射面11aとCCD部14（各第1セル15<sub>1~n</sub>）との距離を短くして、隣接するセルへの拡散を抑制させて分解能の低下を防ぐことができる。

半導体装置1に入射した光のうちSi（第1半導体）の吸収特性範囲より長波長側の光は、Si（第1半導体）に吸収されずに、InGaAsフォトダイオード部22（第2セル23<sub>1~n</sub>）に到達する。InGaAsフォトダイオード部22（第2セル23）に到達した光は、InGaAs（第2半導体）に吸収され、電荷に変換される。InGaAs（第2半導体）内で変換された電荷は、InGaAsフォトダイオード部22（第2セル23<sub>1~n</sub>）から読み出され、第2シフトレジスタ17により転送されて、電極部（図示せず）から出力信号として出力される。

0.7~1.1 $\mu$ mの近赤外線領域の光は、第1半導体としてのSiが1.1 $\mu$ m程度の波長の光まで吸収特性（感度特性）を示すために、本来、InGaAsフォトダイオード部22（第2セル23<sub>1~n</sub>）に到達すべき光がSiで吸収されてしまい、InGaAsフォトダイオード部22（第2セル23<sub>1~n</sub>）に到達できなくなる。これにより、第1基板11と第2基板21とを重ね合わせた構造の半導体装置1では、通常0.7~1.7 $\mu$ mの波長範囲で吸収特性（感度特性）を有しているInGaAsフォトダイオード部22のうち、0.7~1.1 $\mu$ mの近赤外線領域を検出する位置にある第2光電変換領域23において感度が著しく低下してしまうという問題も含んでいる。しかしながら、第1基板11（P型Si基板）に薄形部12が形成され、この薄形部12に対向してInGaAsフォトダイオード部22（第2セル23<sub>1~n</sub>）が配設されるため、0.7~1.1 $\mu$ mの近赤外線領域の光も、その一部はSiに吸収されることなく、InGaA

s フォトダイオード部 22 (第 2 セル 23<sub>1~n</sub>) に到達する。これにより、InGaAs フォトダイオード部 22 (第 2 セル 23<sub>1~n</sub>) にて、0.7~1.7 μm の波長範囲の光が検出可能となる。

また、薄形部 12 が形成されると共に、第 1 基板 11 と第 2 基板 21 とは、平面視で、第 1 基板 11 (薄形部 12) の表面 11b と第 2 基板 21 の第 2 入射面 21a とを近接対向させて重ね合わされているので、薄形部 12 と第 2 光電変換領域 23 とが近接した状態とされる。これにより、1 つの光学系を採用した場合においても、例えば、薄形部 12 の第 1 入射面 11a に対する表面 11b (第 2 基板 21 に対向する面) と第 2 基板 21 (第 2 光電変換領域 23) の第 2 入射面 21a との略中間位置に光学系の結像位置を設定することで、薄形部 12 及び第 2 光電変換領域 23 のいずれに対しても、半導体装置 1 に入射する光を略結像させることができ、第 1 受光素子 10 及び第 2 受光素子 20 での受光感度の低下を抑制することが可能となる。また、光学系の結像位置が、薄形部 12 の第 1 入射面 11a に対する表面 11b (第 2 基板 21 に対向する面) と第 2 基板 21 (第 2 光電変換領域 23) の第 2 入射面 21a との略中間位置からずれた場合においても、薄形部 12 と第 2 光電変換領域 23 とが近接した状態にされているので、上述したずれによる第 1 受光素子 10、あるいは、第 2 受光素子 20 での受光感度の低下も抑制される。

また、第 1 基板 11 と第 2 基板 21 との間には、InGaAs の吸収特性 (感度特性) 範囲である 0.7~1.7 μm の波長域に関して光学的に透明な絶縁性樹脂 27、例えばシリコン樹脂が充填されて、硬化されているので、第 1 基板 11 と第 2 基板 21 とが絶縁性樹脂 27 により接続され、特に、第 1 基板 11 の薄形部 12 の機械的強度を増大させることができる。また、絶縁性樹脂 27 は、InGaAs の吸収特性 (感度特性) 範囲である 0.7~1.7 μm の波長域に関して光学的に透明であるので、第 2 受光素子 20 (InGaAs フォトダイオード部 22) での受光感度に影響を及ぼすことを抑制することができる。

また、第1基板11と第2基板21とは、平面視で、CCD部14の第1光電変換領域15の一部が、InGaAsフォトダイオード部22の第2光電変換領域23の一部と対応して重なり合うように、第2基板21を第1基板11の他方の端部側（CCD部14の非形成領域側）に位置させた状態で、第1基板11（薄  
5 形部12）の表面11bと第2基板21の第2入射面21aとを対向させて重ね合わされているので、半導体装置1の小型化が可能となる。また、CCD部14の第1光電変換領域15の一部が、InGaAsフォトダイオード部22の第2光電変換領域23の一部と対応して重なり合うように設けられているので、半導体装置1に入射される光の連続した強度分布情報の取得が可能となる。

また、アレイ状に配列された第2セル23<sub>1~n</sub>のうち端部に位置する第2セル23<sub>1~n</sub>は、他のものに比して暗電流が大きくなるため、端部に位置する第2セル23<sub>1~n</sub>にて読み出された電荷に基づく出力信号の信頼性は低くなるが、CCD部14の第1光電変換領域15の一部が、InGaAsフォトダイオード部22の第2光電変換領域23の一部と対応して重なり合うように設けられているので、この重ねられた部分において、第2光電変換領域23からの出力信号を第1  
15 光電変換領域15からの出力信号で補完する信号処理を行うことができ、半導体装置1全体として、出力信号の信頼性を高めることが可能となる。なお、重ねられた部分において、第1光電変換領域15からの出力信号を第2光電変換領域23からの出力信号で補完する信号処理を行うことも可能であり、補完に関しても、  
20 一方の出力信号を択一的に選択する、あるいは、一方の出力信号を他方の出力信号に基づいて補正する等、様々な手法を取り得ることができる。

また、CCD部14には、第1光電変換領域15を挟んで、第1電荷転送部としての第1シフトレジスタ16と、第2電荷転送部としての第2シフトレジスタ17とが設けられているので、CCD部14の第1光電変換領域15の一部が、  
25 InGaAsフォトダイオード部22の第2光電変換領域23の一部と対応して重ねられた部分において、一方の出力信号を他方の出力信号で補完する場合に、

第1シフトレジスタ16又は第2シフトレジスタ17にて各々独立して転送され、第1シフトレジスタ16及び第2シフトレジスタ17から並行して出力信号が得られるため、簡易な構成で、速やかな補完が可能となる。

また、第1基板11のCCD部14には、第1シフトレジスタ16と、第2シフトレジスタ17とが設けられているので、第2基板21には、シフトレジスタを設ける必要が無く、半導体装置1の小型化が可能となる。

また、第1セル15<sub>1~n</sub>を挟んで、第1シフトレジスタ16と、第2シフトレジスタ17とが設けられ、第2セル23は、第2セル23<sub>1~n</sub>と電氣的に接続された電極パッド部26及びバンプ24を介して第2シフトレジスタ17に接続されているので、第2基板21には、シフトレジスタを設ける必要が無く、半導体装置1の小型化が可能となる。また、第1基板11と第2基板21とは、バンプ24、25を介在した状態で接続（バンプボンディング）されているので、第1基板11（薄形部12）の表面11bと第2基板21の第2入射面21aとの間隔を確実に管理（本実施形態においては、約50 $\mu$ m：10~80 $\mu$ m）することができ、第1基板11（薄形部12）の表面11bと第2基板21の第2入射面21aとの間隔が変化することによる、第1受光素子10及び第2受光素子20の受光感度のバラツキ発生を抑制することも可能となる。

また、第2基板21の第1基板11に対向する面（第2入射面）21aに対して裏面21b側は、略平面状に形成されており、この裏面21bには冷却器30が当接されているので、第2基板21の冷却効率を向上させることが可能となる。冷却器30による第2基板21の冷却により、特に、常温状態で使用される場合のInGaAsフォトダイオード部22（第2セル23<sub>1~n</sub>）での暗電流の発生を抑制することができる。第2セル23<sub>1~n</sub>は、第2セル23と電氣的に接続された電極パッド部26及びバンプ24を介して第2シフトレジスタ17に接続されているので、第2基板21の裏面は他からの制約を受けることなく略平面状に形成することが可能である。

また、第2基板21の平面視長軸方向の長さは、第1基板11の平面視長軸方向の長さより短く設定されているので、InGaAsフォトダイオード部22(第2セル23<sub>1~n</sub>)が形成されない不必要な基板部分を無くして、半導体装置1のコストダウンを図ることが可能である。

5       また、第2基板21の平面視長軸方向の長さは、第1基板11の平面視長軸方向の長さより短く設定されて、第1基板11と第2基板21とで形成される空間には、第2基板21と同等の熱伝導率を有し、略直方体状に形成された第3基板28が設けられており、第2基板21及び第3基板28の第1基板11に対向する面21a、28aに対して裏面21b、28b側は略平面状に形成され、この  
10       裏面に冷却器30が当接されている。第2基板21の所定方向の長さが第1基板11の所定方向の長さより短く設定された場合、第1基板11において、第2基板21を介して冷却器30からの熱が伝達される部分と、熱が伝達されない(第2基板21が存在しない)部分とが存在するため、第1基板11内で温度が不均一となり、CCD部14での検出精度、第1シフトレジスタ16及び第2シフト  
15       レジスタ17での転送速度に悪影響を与える可能性がある。上述した構成によれば、冷却器30と第1基板11との間に第3基板28が介在するので、第1基板11において、第2基板21を介して冷却器30からの熱が伝達される部分と、第3基板28を介して冷却器30からの熱が伝達される部分とが存在するが、第3基板28は第2基板21と同等の熱伝導率を有するため、第1基板11内で温  
20       度が略均一となり、CCD部14での検出精度、第1シフトレジスタ16及び第2シフトレジスタ17での転送速度に影響を及ぼすことを抑制することができる。

25       なお、第1実施形態の変形例として、第3基板28の第1基板11と対向する面28a側に配線パターンを形成し、この配線パターンと第1シフトレジスタ16及び第2シフトレジスタ17とを電氣的に接続し、第3基板28から信号を外部に出力するように構成しても良い。

(第2実施形態)

図7は第2実施形態に係る半導体装置の外観斜視図であり、図8は半導体装置長手方向に沿って切った半導体装置の縦断面図、図9は図8のIX-IX'線に沿って切った半導体装置の断面図である。第2実施形態においては、半導体装置を所定波長域の光の吸収に基づく異物検出装置に適用した例を示している。

5 半導体装置41は、主として第1受光素子50、第2受光素子60及び冷却器30により構成されている。半導体装置41は、照明手段（図示せず）により異物に対して光が照射され、照射された穀粒からの光が、1つの光学系（図示せず）から第1受光素子50側に入射（図7における矢印方向から入射）するように配設されている。

10 第1受光素子50は、第1実施形態と同様に、平面視で略長形状の第1基板51を有しており、この第1基板51はP型Si基板にて構成されている。第1基板51には、第1基板51の平面視短軸方向の中央位置に、平面視長軸方向に伸びる薄形部52が形成されている。薄形部52の厚さは、10～30 $\mu$ m程度に設定されている。薄形部52の両側に位置する端部53a、53bは、第1基  
15 板51の機械的強度を確保するために、厚さが約300 $\mu$ mに設定されている。第1基板51の第1入射面51aに対する裏面51bは、略平面状に形成されている。

薄形部52の第1入射面51aに対する裏面51b側にはCCD部54が形成されており、このCCD部54では、第1電荷読み出し部を構成する第1セル（画  
20 素）55<sub>1～n</sub>が、第1基板51の平面視長軸方向の一方の端部近傍位置から他方の端部近傍までの部分に、薄形部52の伸びる方向（第1基板51の平面視長軸方向）にアレイ状に、例えば24 $\mu$ mピッチで256列配設されている。また、CCD部54には、第1セル（画素）55<sub>1～n</sub>を挟んで第1電荷転送部としての第1シフトレジスタ56と、第2電荷転送部としての第2シフトレジスタ57と  
25 が設けられている。第1シフトレジスタ56は、各第1セル（画素）55<sub>1～n</sub>を順次走査して、第1セル（画素）55<sub>1～n</sub>から読み出された電荷を転送し、各第

1セル（画素）55の位置情報を時系列信号として電極部（図示せず）から出力するよう構成されている。

第2受光素子60は略長方体状に形成された第2基板61を有しており、第2基板61の平面視長軸方向の長さは、第1基板51の平面視長軸方向の長さと同等に設定されている。第2基板61の第2入射面61a側にはInGaAsフォトダイオード部62が形成されており、このInGaAsフォトダイオード部62には、第2光電変換部及び第2電荷読み出し部を構成する第2セル（画素）63<sub>1~n</sub>が、第2基板61の平面視長軸方向にアレイ状に、第1セル（画素）55の第1基板51の平面視長軸方向の配列長さと略一致するように配設されている。第2光電変換部を構成するInGaAs（第2半導体）は、第1実施形態と同様に、0.7~1.7 $\mu$ mの波長範囲で吸収特性（感度特性）を有しており、Si（第1半導体）の吸収特性（感度特性）範囲の0.12~1.1 $\mu$ mより長波長側となっている。

第1基板51と第2基板61とは、図8に示されるように、平面視で、CCD部54の第1光電変換領域55が、InGaAsフォトダイオード部62の第2光電変換領域63と重なり合うように、第1基板51（薄形部52）の裏面51bと第2基板61の第2入射面61aとを対向させて重ね合わされている。第1基板51と第2基板61との間には高さ約50 $\mu$ mのバンパ24、25が設けられており、第1基板51（薄形部52）の裏面51bと第2基板61の第2入射面61aとの間隔が約50 $\mu$ mに管理された状態で、第1基板51（薄形部52）の裏面51bと第2基板61の第2入射面61aとが近接されて配設されている。また、第1基板51の平面視長軸方向の位置合わせ精度は、 $\pm 5\mu$ m程度に設定されている。

バンパ24は、導電性を有するバンパであり、第2セル（画素）63<sub>1~n</sub>は、第2セル（画素）63<sub>1~n</sub>と電氣的に接続された電極パッド部26及びバンパ24を介して第2シフトレジスタ57に接続されている。第2シフトレジスタ57



は、各第2セル（画素） $63_{1\sim n}$ を順次走査して、第2セル（画素） $63_{1\sim n}$ から読み出された電荷を転送し、各第2セル（画素） $63$ の位置情報を時系列信号として電極部（図示せず）から出力するよう構成されている。バンプ25は、非導電性のバンプ（ダミーバンプ）である。

- 5 第1基板51と第2基板61との間には、InGaAsの吸収特性（感度特性）範囲である $0.7\sim 1.7\mu\text{m}$ の波長域に関して光学的に透明な絶縁性樹脂27、例えばシリコン樹脂が充填されて、硬化されている。

第2基板61の第1基板51に対向する面（第2入射面）61aに対して裏面61b側は、略平面状に形成されており、この裏面61bには冷却器30が当接されている。冷却器30は、ペルチェ素子32と、第2基板61に当接し、A1等からなる熱伝導性の優れた部材31とを有しており、ペルチェ素子32の吸熱部が熱交換板31に当接されて設けられている。吸熱部と反対側に位置するペルチェ素子32の発熱部がペルチェ素子32に電源を供給するための電源供給部（図示せず）に接続されている。

- 15 上述したように構成された半導体装置41によれば、半導体装置41に入射した光のうちSi（第1半導体）の吸収特性範囲である $0.12\sim 1.1\mu\text{m}$ の光はSi（第1半導体）に吸収されて、電荷に変換される。Si（第1半導体）内で変換された電荷は、CCD部54において、第1セル（画素） $55_{1\sim n}$ から読み出され、第1シフトレジスタ56により転送されて、電極部（図示せず）から  
20 各第1セル（画素） $55_{1\sim n}$ の位置情報を時系列信号として出力される。そして、電極部からの出力信号に基づいて、着色粒の検出（位置検出）が為される。

- 半導体装置41に入射した光のうちSi（第1半導体）の吸収特性範囲である $0.12\sim 1.1\mu\text{m}$ より長波長側の光は、Si（第1半導体）に吸収されずに、InGaAsフォトダイオード部62（第2セル（画素） $63_{1\sim n}$ ）に到達する。  
25 InGaAsフォトダイオード部62（第2セル（画素） $63_{1\sim n}$ ）に到達した光は、InGaAs（第2半導体）に吸収され、電荷に変換される。InGaA

s (第2半導体) 内で変換された電荷は、InGaAsフォトダイオード部62 (第2セル (画素) 63<sub>1~n</sub>) から読み出され、第2シフトレジスタ57により転送されて、電極部 (図示せず) から各第2セル (画素) 63<sub>1~n</sub>の位置情報を時系列信号として出力される。そして、電極部からの出力信号に基づいて、プラスチック片、ガラス片及び白色の石の検出 (位置検出) が為される。

第2実施形態においても第1実施形態と同様の作用効果を奏し、第1基板51 (P型Si基板) に薄形部52が形成されるため、第1入射面51a近傍で、光電変換されて生じた電子が、各第1セル (画素) 55<sub>1~n</sub>に形成されるポテンシャル井戸に拡散するまでに再結合によって消滅しないようにし、また、光電変換する薄形部52の第1入射面51aと各第1セル (画素) 55<sub>1~n</sub>との距離を短くして、隣接するセルへの拡散を抑制させて分解能の低下を防ぐことができる。また、第1基板51 (P型Si基板) に薄形部52が形成され、この薄形部52に対向して第2セル (画素) 63<sub>1~n</sub>が配設されるため、0.7~1.1μmの近赤外線領域の光も、その一部はSiに吸収されることなく、第2セル (画素) 63<sub>1~n</sub>に到達する。これにより、第2セル (画素) 63<sub>1~n</sub>にて、0.7~1.7μmの波長範囲の光が検出可能となる。

また、薄形部52が形成されると共に、第1基板51と第2基板61とは、平面視で、第1基板51 (薄形部52) の裏面51bと第2基板61の第2入射面61aとを近接対向させて重ね合わされているので、薄形部52及び第2光電変換領域63のいずれに対しても、半導体装置41に入射する光を略結像させることができ、第1受光素子50及び第2受光素子60での受光感度の低下を抑制することが可能となる。また、薄形部52と第2光電変換領域63とが近接した状態とされているので、ずれによる第1受光素子50、あるいは、第2受光素子60での受光感度の低下も抑制される。

また、第1基板51と第2基板61との間には、InGaAsの吸収特性 (感度特性) 範囲である0.7~1.7μmの波長域に関して光学的に透明な絶縁性

樹脂 27、例えばシリコン樹脂が充填されて、硬化されているので、第 1 基板 51 と第 2 基板 61 とが絶縁性樹脂 27 により接続され、特に、第 1 基板 51 の薄形部 52 の機械的強度を増大させることができる。また、絶縁性樹脂 27 は、InGaAs の吸収特性（感度特性）範囲である  $0.7 \sim 1.7 \mu\text{m}$  の波長域に  
5 関して光学的に透明であるので、第 2 受光素子 60（InGaAs フォトダイオード部 62）での受光感度に影響を及ぼすことを抑制することができる。

また、第 1 基板 51 の CCD 部 54 には、第 1 シフトレジスタ 56 と、第 2 シフトレジスタ 57 とが設けられているので、第 2 基板 61 には、シフトレジスタを設ける必要が無く、半導体装置 41 の小型化が可能となる。

10 また、第 1 光電変換領域を挟んで、第 1 シフトレジスタ 56 と、第 2 シフトレジスタ 57 とが設けられ、第 2 セル（画素）63 は、第 2 セル（画素） $63_{1 \sim n}$  と電氣的に接続された電極パッド部 26 及びバンプ 24 を介して第 2 シフトレジスタ 57 に接続されているので、第 2 基板 61 には、シフトレジスタを設ける必要が無く、半導体装置 41 の小型化が可能となる。また、第 1 基板 51 と第 2 基  
15 板 61 とは、バンプ 24、25 を介在した状態で接続（バンプボンディング）されているので、第 1 基板 51（薄形部 52）の裏面 51b と第 2 基板 61 の第 2 入射面 61a との間隔を確実に管理（本実施形態においては、約  $50 \mu\text{m}$ ）することができ、第 1 基板 51（薄形部 52）の裏面 51b と第 2 基板 61 の第 2 入射面 61a との間隔が変化することによる、第 1 受光素子 50 及び第 2 受光素子  
20 60 の受光感度のバラツキ発生を抑制することも可能となる。

また、第 2 基板 61 の第 1 基板 51 に対向する面（第 2 入射面）61a に対して裏面 61b 側は、略平面状に形成されており、この裏面 61b には冷却器 30 が当接されているので、第 2 基板 61 の冷却効率を向上させることが可能となる。冷却器 30 による第 2 基板 61 の冷却により、特に、常温状態で使用される場合  
25 の InGaAs フォトダイオード部 62（第 2 セル（画素） $63_{1 \sim n}$ ）での暗電流の発生を抑制することができる。第 2 セル（画素） $63_{1 \sim n}$  は、第 2 セル（画

素) 6 3 と電氣的に接続された電極パッド部 2 6 及びバンプ 2 4 を介して第 2 シフトレジスタ 5 7 に接続されているので、第 2 基板 6 1 の裏面 6 1 b は他からの制約を受けることなく略平面状に形成することが可能である。

また、第 1 基板 5 1 と第 2 基板 6 1 とは一体化されるため、半導体装置 4 1 に  
5 光を入射させる光学系 (図示せず) に対する CCD 部 5 4 の第 1 セル (画素) 5  
5<sub>1~n</sub> の光軸調整を行うことで、InGaAs フォトダイオード部 6 2 の第 2 セ  
ル (画素) 6 3 の光軸調整も行われることになるため、InGaAs フォトダイ  
オード部 6 2 の第 2 光電変換領域 6 3 の光軸調整作業を省略でき、半導体装置 4  
1 での光軸調整作業を簡素化することが可能となる。

10 第 1 実施形態においては、半導体装置 1 が所定方向に波長分布のある光の波長  
による強度分布を測定する測定装置 (分光分析装置) に適用され、第 2 実施形態  
においては、半導体装置 4 1 が所定波長域の光の吸収に基づく異物検出装置に適  
用されているが、これらに限られることなく、光 (エネルギー線) 検出装置に適  
用することが可能である。また、半導体装置 1, 4 1 に光を入射させる光学系を  
15 複数設けることも可能である。

また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態においては、第 1 シフトレジスタ 1 6,  
5 6 と第 2 シフトレジスタ 1 7, 5 7 の 2 つのシフトレジスタを設けているが、  
1 つのシフトレジスタを設け、第 1 セル 1 5<sub>1~n</sub>, 5 5<sub>1~n</sub> 側と第 2 セル 2 3<sub>1~n</sub>,  
6 3<sub>1~n</sub> 側とを時間的にずらして時系列的に読み出す、あるいは、同時に読み  
20 出すように構成しても良い。また、第 2 セル 2 3<sub>1~n</sub>, 6 3<sub>1~n</sub> は、導電性を有  
するバンプ 2 4 を介して第 2 シフトレジスタ 1 7, 5 7 に接続されているが、ワ  
イヤボンディング等により接続されるように構成しても良い。また、第 1 シフト  
レジスタ 1 6, 5 6 と第 2 シフトレジスタ 1 7, 5 7 を第 2 基板 2 1, 6 1 に設  
けるように構成しても良い。

25 入射する光を光電変換する半導体として、第 1 受光素子では Si を、第 2 受光  
素子では InGaAs を、各々適用しているが、これに限られるものではなく、

他の半導体（化合物半導体）を適用しても良い。例えば、InGaAsの代わりに、 $0.8 \sim 1.8 \mu\text{m}$ の吸収（感度）特性範囲を有するGe、 $1 \sim 3.1 \mu\text{m}$ の吸収（感度）特性範囲を有するInAs（77K）、あるいは、 $1 \sim 5.5 \mu\text{m}$ の吸収（感度）特性範囲を有するInSb（77K）等を適用してもよい。また、  
5 3つ以上の受光素子を重ねるよう構成することも可能であり、第1受光素子及び第2受光素子が有する吸収（感度）特性範囲の波長域よりも長波長側に吸収（感度）特性範囲を有する第3受光素子を、第2受光素子の第1受光素子に対向する面に対して裏面側に重ね合わすように配設しても良い。この場合には、例えば、第1受光素子ではSi、第2受光素子ではInAs、第3受光素子では $2 \sim 16$   
10  $\mu\text{m}$ の吸収（感度）特性範囲を有するHgCdTe（77K）を適用することも可能である。

以上、説明したように、上記半導体装置は、第1半導体からなり、第1入射面から所定の第1波長域のエネルギー線が入射することにより電荷が生じる第1光電変換部と、第1光電変換部にて生じた電荷を読み出す第1電荷読み出し部と、  
15 を有する第1受光素子と、第2半導体からなり、第2入射面から第1波長域より長波長側の第2波長域のエネルギー線が入射することにより電荷が生じる第2光電変換部と、第2光電変換部にて生じた電荷を読み出す第2電荷読み出し部と、を有する第2受光素子と、が備えられた半導体装置であって、第1受光素子は、第1入射面に対する裏面側に複数の第1電荷読み出し部が所定方向に配設され、  
20 且つ、第1光電変換部の第1電荷読み出し部に対応する部分が薄形状に形成される第1基板を有し、第2受光素子は、第2入射面側に複数の第2電荷読み出し部が所定方向に配設される第2基板を有し、第1基板及び第2基板は、第1基板の第1入射面に対する裏面と第2基板の第2入射面とを近接対向させて重ね合わされ、且つ、第1基板の第1入射面からエネルギー線が入射するように配設されていることを特徴としている。

このような構成を採用した場合、第1光電変換部の第1電荷読み出し部に対応

する部分が薄形状に形成されると共に、第1受光素子の第1基板及び第2受光素子の第2基板は、第1基板の第1入射面に対する裏面と第2基板の第2入射面とを近接対向させて重ね合わされ、且つ、第1基板の第1入射面からエネルギー線が入射するように配設されるので、第1光電変換部と第2光電変換部とが近接した状態となる。従って、上述した構成の採用により、1つの光学系を採用した場合においても、例えば、第1基板の第1入射面に対する裏面と第2基板の第2入射面との略中間位置に光学系の結像位置を設定することで、第1光電変換部及び第2光電変換部のいずれに対しても、エネルギー線を略結像させることができ、第1受光素子及び第2受光素子での受光感度の低下を抑制することが可能となる。

また、光学系の結像位置が、第1基板の第1入射面に対する裏面と第2基板の第2入射面との略中間位置からずれた場合においても、第1光電変換部と第2光電変換部とが近接した状態とされているので、上述したずれによる第1受光素子、あるいは、第2受光素子での受光感度の低下も抑制される。

また、第1基板の第1入射面に対する裏面と第2基板の第2入射面との間には、第2波長域に関して光学的に透明な絶縁性樹脂が充填されていることが好ましい。このような構成を採用した場合、第1基板と第2基板とが絶縁性樹脂により接続され、特に、第1光電変換部（第1基板）の薄形状に形成された部分の機械的強度を増大させることができる。また、絶縁性樹脂は、第2波長域に関して光学的に透明であるので、第2受光素子での受光感度に影響を及ぼすことを抑制することができる。ここで、光学的に透明とは、均質性が高く、使用される波長域において実質的に吸収、散乱が起こることなく透過性の極めて高い状態のことをいう。

また、エネルギー線の入射方向から見て、第1電荷読み出し部と第2電荷読み出し部とは、所定方向において、少なくともその一部領域が互いに重ねられて設けられていることが好ましい。このような構成を採用した場合、半導体装置の小型化が可能となる。また、所定方向に配列された電荷読み出し部のうち端部に位置する電荷読み出し部に対応する光電変換部は、他の光電変換部に比して暗電流

が大きくなるため、端部に位置する電荷読み出し部での読み出された電荷に基づく出力信号の信頼性は低くなるが、第1光電変換部と第2光電変換部とはエネルギー線の入射方向から見て互いに重ねられて設けられているので、この重ねられた部分において、一方の光電変換部からの出力信号を他方の光電変換部からの出力信号で補完することができ、出力信号の信頼性を高めることが可能となる。また、半導体装置を所定方向に波長分布のある光の波長による強度分布を測定する測定装置に採用した場合には、連続した強度分布情報の取得が可能となる。

また、第1電荷読み出し部にて読み出された電荷を所定方向に転送する第1電荷転送部と、第2電荷読み出し部にて読み出された電荷を所定方向に転送する第2電荷転送部とを有していることが好ましい。このような構成を採用した場合、第1電荷読み出し部と第2電荷読み出し部とのエネルギー線の入射方向から見て互いに重ねられた部分において、一方の電荷読み出し部からの出力信号を他方の電荷読み出し部からの出力信号で補完する場合に、第1又は第2電荷転送部にて第1又は第2電荷読み出し部にて読み出された電荷が各々独立して転送され、第1及び第2電荷転送部から並行して出力信号が得られるため、簡易な構成で、速やかな補完が可能となる。

また、第1基板又は第2基板のいずれか一方に、第1電荷転送部及び第2電荷転送部が設けられていることが好ましい。このような構成を採用した場合、第1基板又は第2基板のいずれか他方には、電荷転送部を設ける必要が無く、半導体装置の小型化が可能となる。

また、第1基板に第1電荷転送部及び第2電荷転送部が設けられており、第2電荷読み出し部にて読み出された電荷が第2電荷転送部に送られるように、第2電荷読み出し部と第2電荷転送部とがバンプボンディングにより接続されていることが好ましい。このような構成を採用した場合、第2基板には電荷転送部を設ける必要が無く、半導体装置の小型化が可能となる。また、第2電荷読み出し部と第2電荷転送部とがバンプボンディングにより接続されているので、第1基板

の第1入射面に対する裏面と第2基板の第2入射面との間隔を確実に管理することができ、第1基板の第1入射面に対する裏面と第2基板の第2入射面との間隔が変化することによる、第1受光素子及び第2受光素子の受光感度のバラツキ発生を抑制することが可能となる。

5       また、第2基板の第2入射面に対する裏面は、略平面状に形成されており、第2基板を冷却するための冷却器が、第2基板の裏面に当接させた状態で設けられていることが好ましい。このような構成を採用した場合、第2基板の冷却効率を向上させることが可能となる。第2光電変換部にて生じた電荷はバンプボンディングを介して第1基板に設けられた第2電荷転送部に送られるように構成されているので、第2基板の裏面は他からの制約を受けることなく略平面状に形成することが可能である。

10       また、第2基板の所定方向の長さは、第1基板の所定方向の長さより短く設定され、第1基板の第1入射面に対する裏面と近接対向して設けられ、且つ、第2基板と同等の熱伝導率を有する第3基板が、第2基板の側方に設けられ、冷却器は、第3基板にも当接された状態で設けられていることが好ましい。このような構成を採用した場合、第2基板の所定方向の長さは、第1基板の所定方向の長さより短く設定されるので、コストダウンを図ることが可能である。また、第2基板の所定方向の長さが第1基板の所定方向の長さより短く設定された場合、第1基板において、第2基板を介して冷却器からの熱が伝達される部分と、熱が伝達されない（第2基板が存在しない）部分とが存在するため、第1基板内で温度が不均一となり、第1光電変換部及び第1電荷読み出し部での検出精度、電荷転送部での転送速度に悪影響を与える可能性がある。上述した構成によれば、冷却器と第1基板との間に第3基板が介在するので、第1基板において、第2基板を介して冷却器からの熱が伝達される部分と、第3基板を介して冷却器からの熱が伝達される部分とが存在するが、第3基板は第2基板と同等の熱伝導率を有するため、第1基板内で温度が略均一となり、第1光電変換部及び第1電荷読み出し部



での検出精度、電荷転送部での転送速度に影響を及ぼすことを抑制することができる。

5 以上、詳細に説明したように、本発明によれば、複数の受光素子に対して1つの光学系を採用した場合においても、重ね合わされて配設される複数の受光素子に関し、各受光素子での受光感度の低下を抑制することが可能な半導体装置を提供することができる。なお、上記第2半導体としてはInGaAs以外の化合物半導体としてInAs、InSb、HgCdTe、PbS、PbSe、HgCdTeからなる群のいずれか1つを用いることができ、また真性Ge或いはAuHg、Cu、Zn、Ga、Asからなる群の少なくともいずれか1つを添加したGeを用いることもできる。

#### 産業上の利用可能性

10 本発明は1次元又は2次元撮像素子を備えた半導体装置に適用できる。

## 請求の範囲

1. 裏面照射型の第1半導体撮像素子を、該第1半導体撮像素子とは別の半導体材料からなる第2半導体撮像素子に、前記第1及び第2半導体撮像素子それぞれの光感応領域が近接するように配置したことを特徴とする半導体装置。

5           2. 前記第1及び第2半導体撮像素子の互いに向き合う面は樹脂を介して貼り付けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の半導体装置。

3. 前記第1及び第2半導体撮像素子の互いに向き合う面は、少なくとも3つ以上のバンプを介して貼り付けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の半導体装置。

0           4. 前記第1半導体撮像素子は該第1半導体撮像素子上に形成されたシフトレジスタを備えており、前記シフトレジスタは前記バンプを介して前記第2半導体撮像素子に電氣的に接続されており、前記シフトレジスタを駆動することにより前記第2半導体撮像素子からの信号を読み出すことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の半導体装置。

15           5. 前記第1半導体撮像素子はSiを含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の半導体装置。

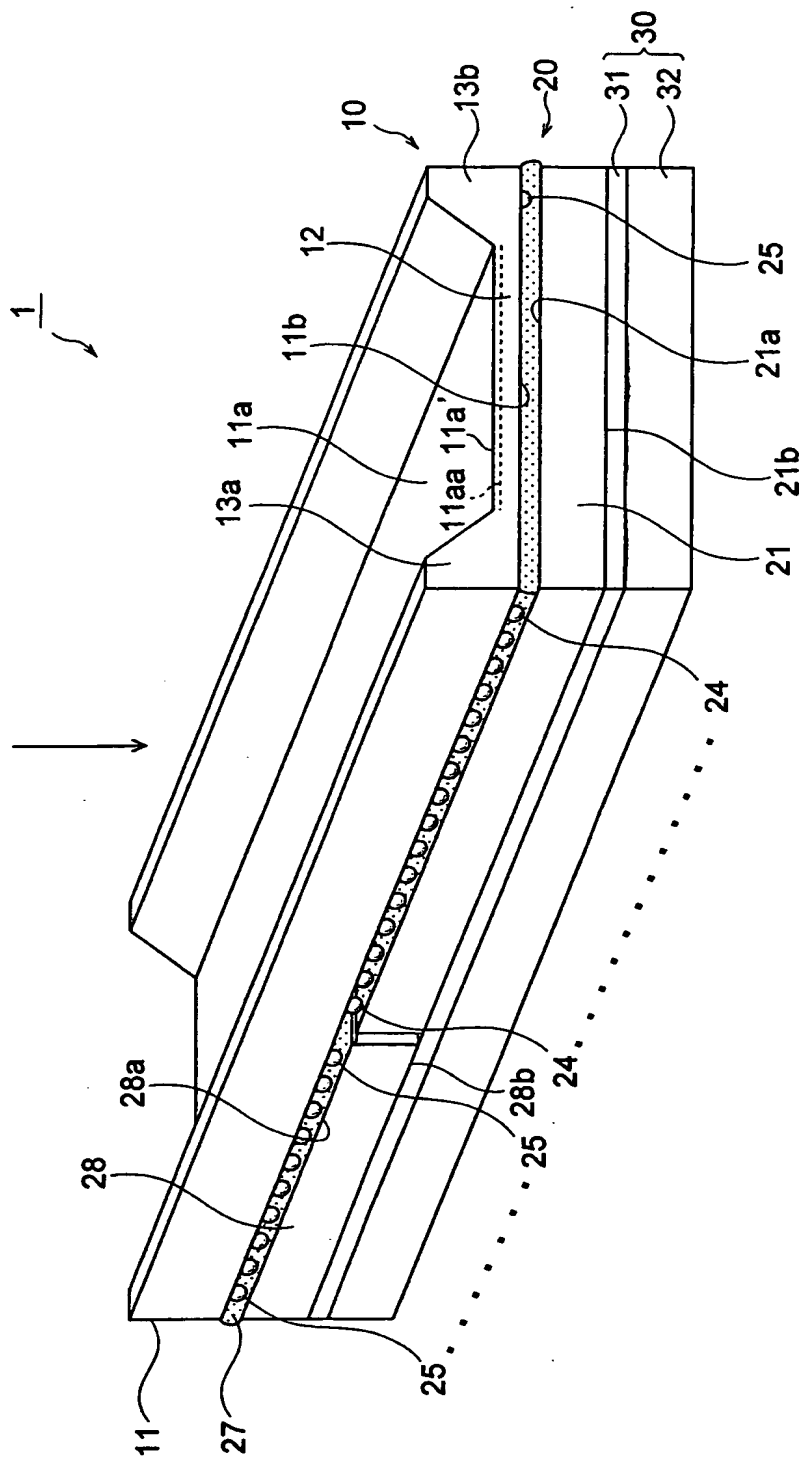
6. 前記第2半導体撮像素子は化合物半導体を含むことを特徴とする請求の範囲第5項に記載の半導体装置。

10           7. 前記化合物半導体はInGaAsを含むことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の半導体装置。

8. 第2半導体撮像素子の前記第1半導体撮像素子とは反対側の面に冷却器を当接させたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の半導体装置。

25           9. 前記第1及び第2半導体撮像素子は、その一部分のみが重なっており、前記第1半導体撮像素子における前記第2半導体撮像素子と重なっていない領域には、前記第2半導体撮像素子と同一の材料を含む基板が当接していることを特徴とする請求の範囲第8項に記載の半導体装置。

图1



2

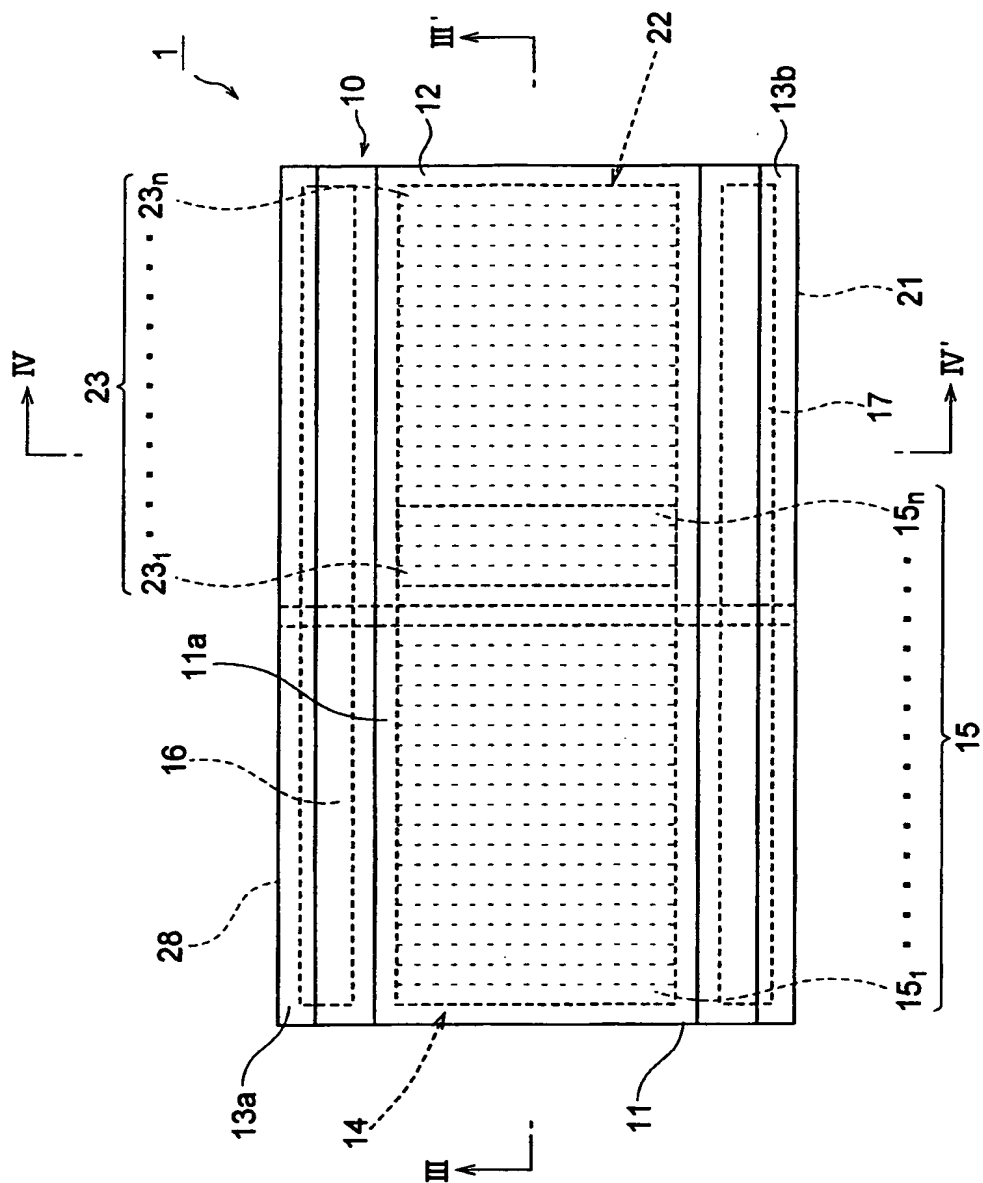
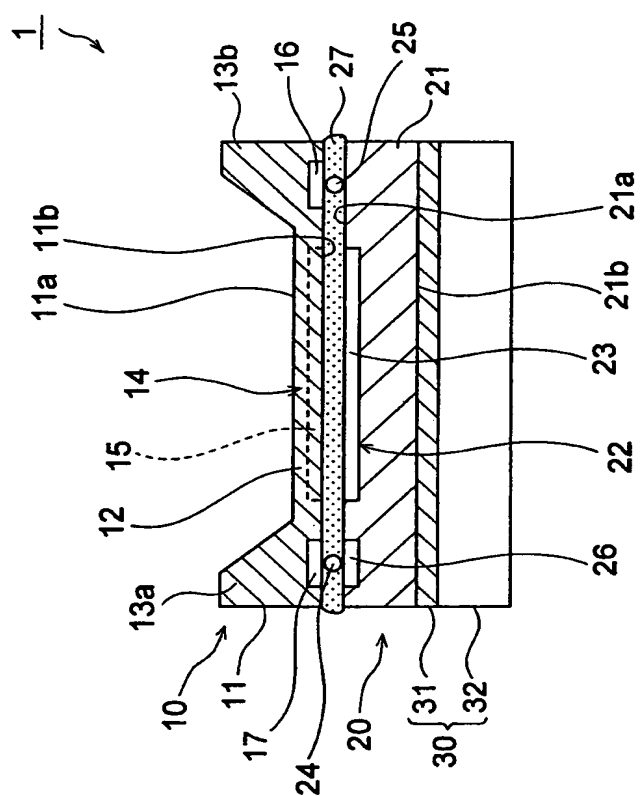
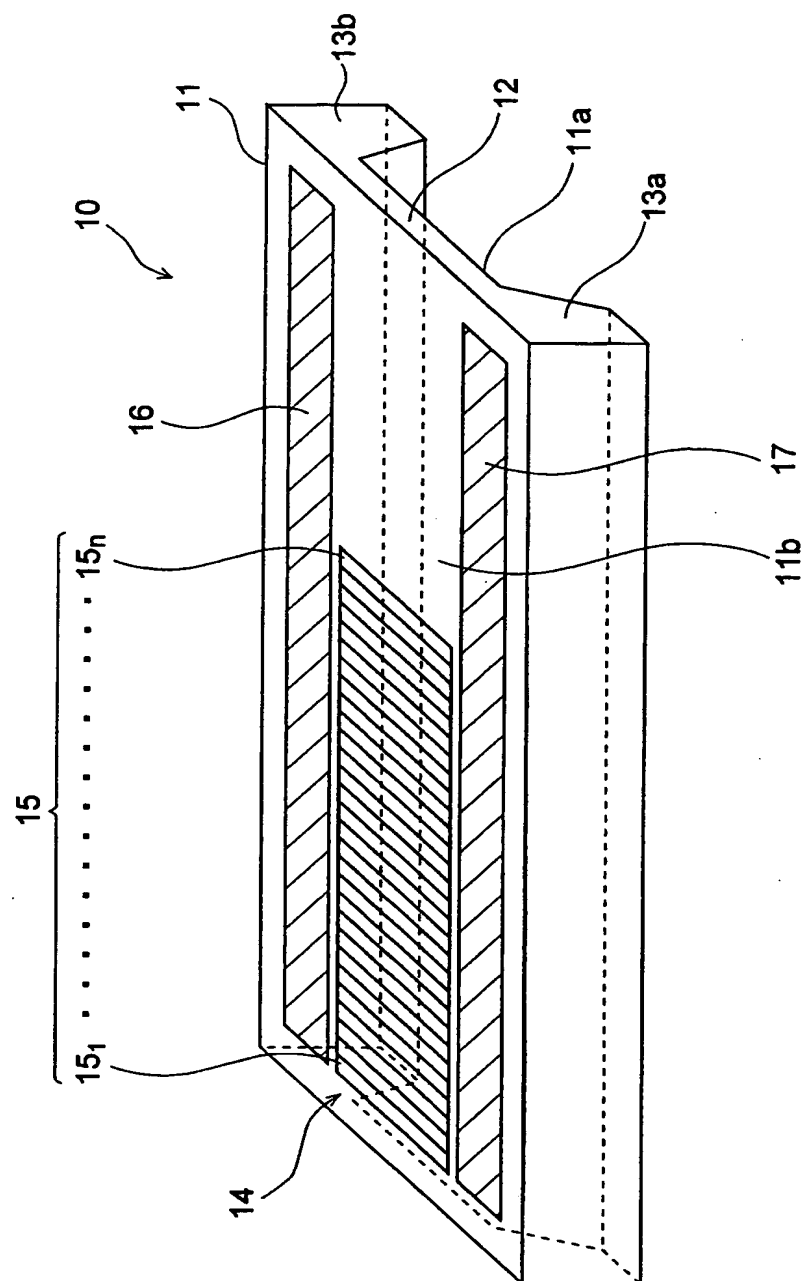




図4





5

図6

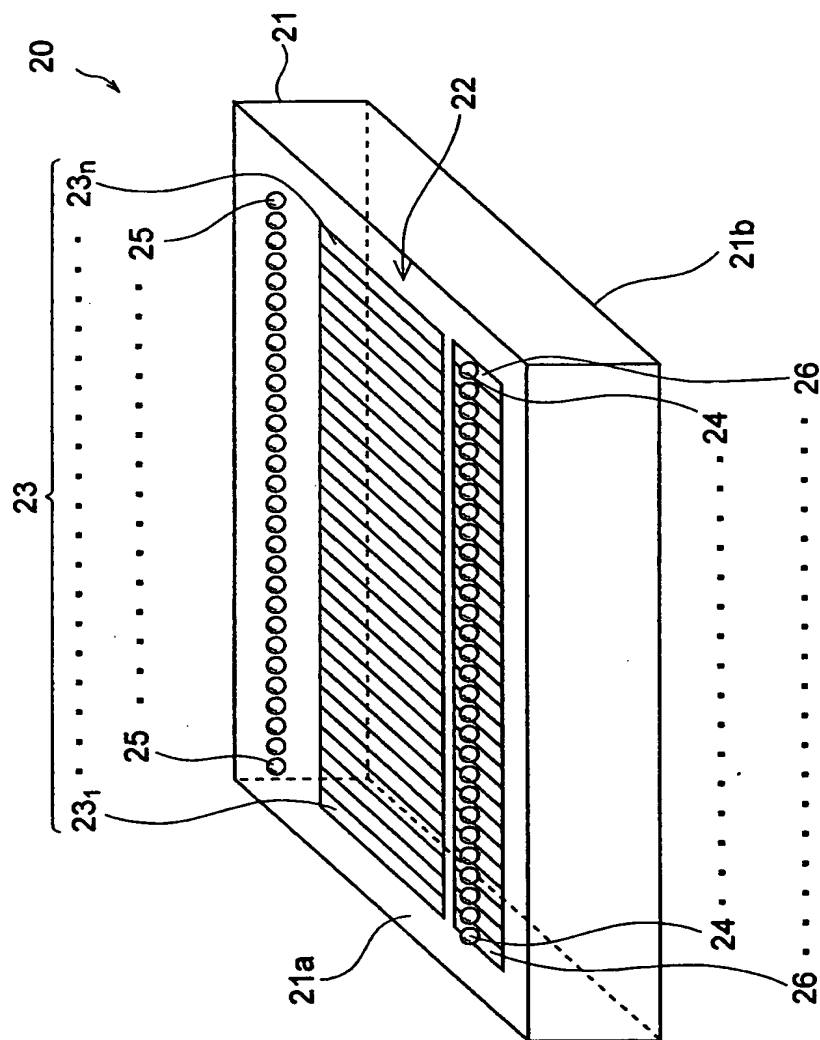




図7

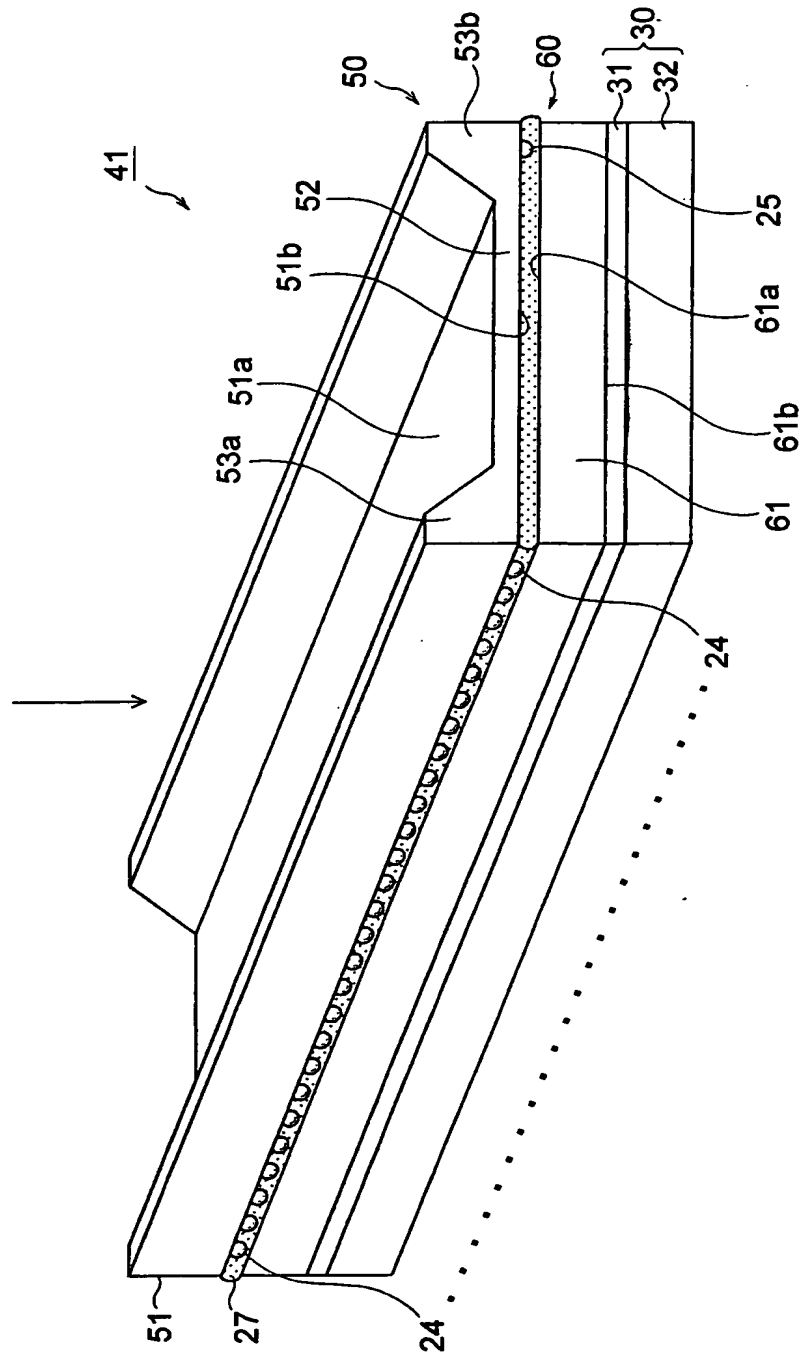
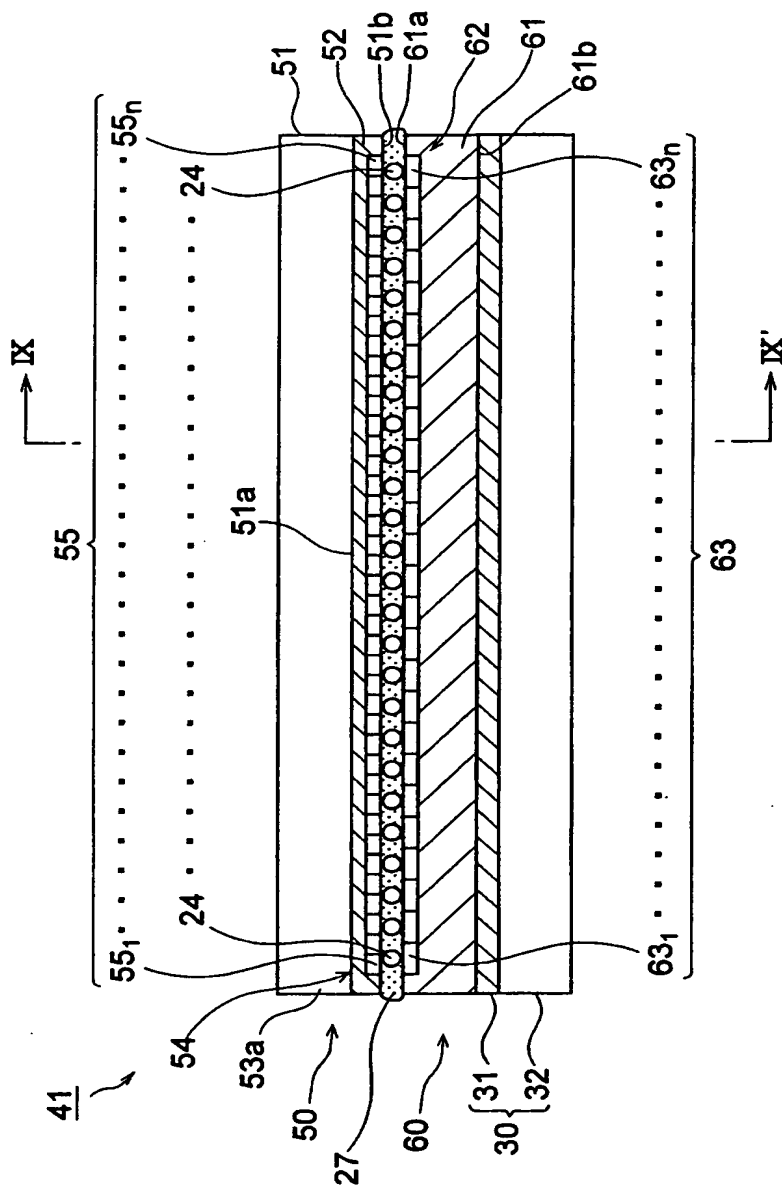
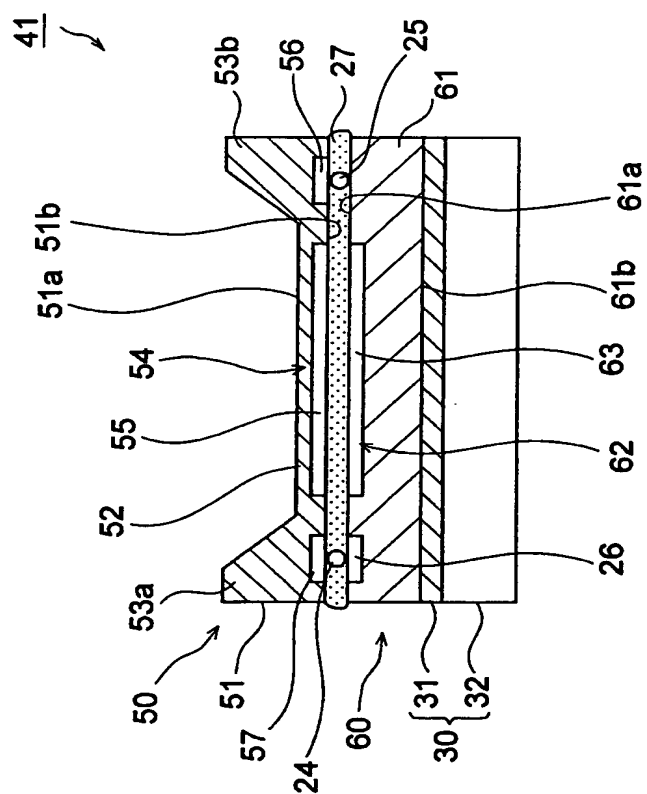
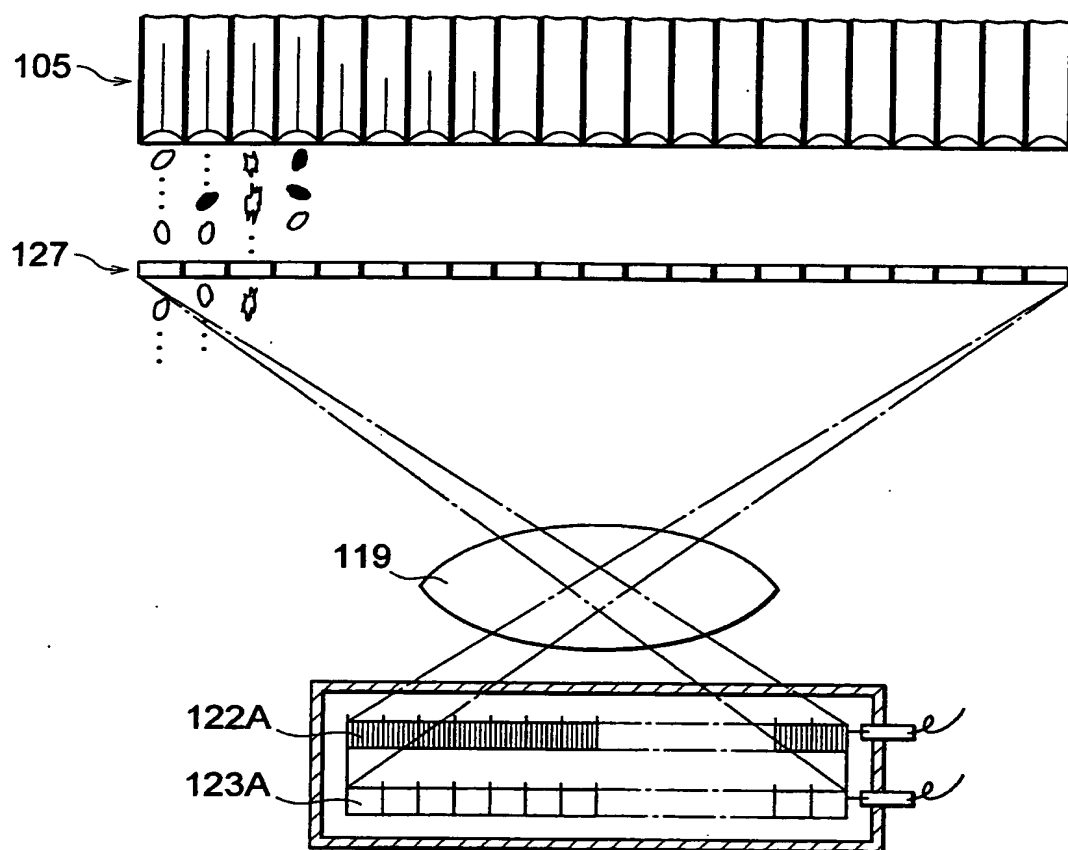


図8





10



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02424

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L27/146, H01L31/0352, G01J1/02, G01J3/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L27/146, H01L31/0352, G01J1/02, G01J3/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JOIS [Retrieval formula: (KW: "Image pickup device" + KW: "Image sensor") \* KW:  
 " Wavelength" \* (KW: Focus + KW: Imaging formation + Lamination + Two step  
 structure)]

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP, 2-22973, A (Mitsubishi Electric Corporation), 25 January, 1990 (25.01.90), Claims; example; Figs. 1 to 4 Claims; example; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-3, 5-8 4, 9
Y A	JP, 9-304182, A (Satake Eng. Co., Ltd.), 28 November, 1997 (28.11.97), Claims 3 to 4 Claims 3 to 4 (Family: none)	1-3, 5-8 4, 9
Y	JP, 10-256613, A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 25 September, 1998 (25.09.98), Par. No. [0004] (Family: none)	8
A	JP, 2-23782, A (Mitsubishi Electric Corporation), 25 January, 1990 (25.01.90), example; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-9
A	JP, 2-147826, A (NEC Corporation), 06 June, 1990 (06.06.90), example; Fig. 1 (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
11 July, 2000 (11.07.00)Date of mailing of the international search report  
25 July, 2000 (25.07.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02424

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 5-133796, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 May, 1993 (28.05.93), Claim 1; example; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-9

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/02424

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L27/146, H01L31/0352, G01J1/02, G01J3/36

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L27/146, H01L31/0352, G01J1/02, G01J3/36

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

## 国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS [検索式: (KW: "撮像装置" + KW: "イメージセンサ") \* KW: "波長"  
 \* (KW: 焦点 + KW: 結像 + 積層 + 二段構造) ]

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P, 2-22973, A (三菱電機株式会社) 25. 1月. 1990 (25. 01. 90) 特許請求の範囲, [実施例], 第1-4図 特許請求の範囲, [実施例], 第1-4図 (ファミリーなし)	1-3, 5-8 4, 9
Y A	J P, 9-304182, A (株式会社佐竹製作所) 28. 11月. 1997 (28. 11. 97) 請求項3-4 請求項3-4 (ファミリーなし)	1-3, 5-8 4, 9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 07. 00

国際調査報告の発送日

25.07.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 市川 篤



4 L 9 5 4 4

電話番号 03-3581-1101 内線 6718

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 10-256613, A (富士写真フイルム株式会社) 25. 9月. 1998 (25. 09. 98) 段落番号【0004】 (ファミリーなし)	8
A	JP, 2-23782, A (三菱電機株式会社) 25. 1月. 1990 (25. 01. 90) 実施例, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP, 2-147826, A (日本電気株式会社) 6. 6月. 1990 (06. 06. 90) 実施例, 第1図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP, 5-133796, A (三菱重工業株式会社) 28. 5月. 1993 (28. 05. 93) 請求項1, 【実施例】, 図1-2 (ファミリーなし)	1-9



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**